

AG

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05049270 A**

(43) Date of publication of application: **26.02.93**

(51) Int. Cl

H02N 2/00
H01L 41/04

(21) Application number: **03204845**

(22) Date of filing: **19.07.91**

(30) Priority: **26.07.90 JP 02198374**
19.02.91 JP 03 45982

(71) Applicant: **NGK INSULATORS LTD**

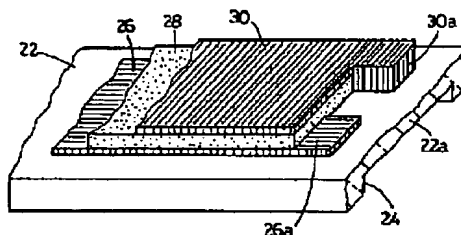
(72) Inventor: **TAKEUCHI YUKIHISA**
KIMURA KOJI

(54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICTIVE ACTUATOR

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a highly reliable and strong piezoelectric/electrostrictive actuator which can produce a large displacement and a high force at high response with relatively low driving voltage and which can be subjected to high integration and suitably employed in an ink jet print head.

CONSTITUTION: In a piezoelectric/electrostrictive actuator comprising a ceramic substrate and a piezoelectric/electrostrictive driving section, a recess of predetermined size is made in the ceramic substrate 22 in order to form a thin part 22a and piezoelectric/electrostrictive driving sections 26, 28, 30 are formed on the thin part 22a of the ceramic substrate 22.



COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-49270

(43)公開日 平成5年(1993)2月26日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 2 N 2/00

H 0 1 L 41/04

識別記号

B 8525-5H

9274-4M

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 9(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-204845

(22)出願日 平成3年(1991)7月19日

(31)優先権主張番号 特願平2-198374

(32)優先日 平2(1990)7月26日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(31)優先権主張番号 特願平3-45982

(32)優先日 平3(1991)2月19日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72)発明者 武内 幸久

愛知県西加茂郡三好町大字福谷字堂ノ後42番地の1

(72)発明者 木村 浩二

名古屋市天白区表山三丁目150番地 日本碍子八事寮

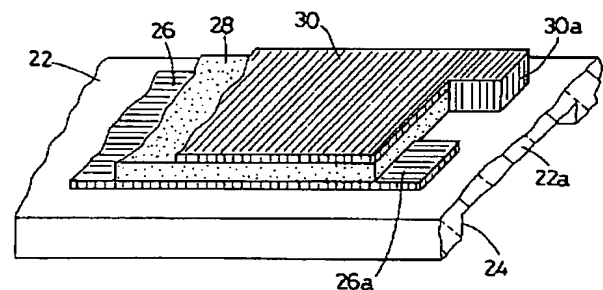
(74)代理人 弁理士 中島 三千雄 (外2名)

(54)【発明の名称】 圧電／電歪アクチュエータ

(57)【要約】

【目的】 相対的に低駆動電圧で大変位が得られ、信頼性が高く、応答速度が速く、且つ発生力が大きく、また高集積化が可能で、インクジェットプリントヘッド等に好適に用いられる、強度に優れた圧電／電歪アクチュエータを提供すること。

【構成】 セラミック基板と圧電／電歪駆動部とから形成されてなる圧電／電歪アクチュエータにおいて、セラミック基板22に、所定大きさの凹所が設けられていることにより、薄肉厚部22aが形成されていると共に、圧電／電歪駆動部(26, 28, 30)を、該セラミック基板22の薄肉厚部22aの面上に形成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミック基板と圧電／電歪駆動部とから形成されてなる圧電／電歪アクチュエータにおいて、該セラミック基板に所定大きさの凹所が形成されて、該凹所の底部が薄肉厚部とされており、更に前記圧電／電歪駆動部が、該セラミック基板の前記薄肉厚部の面上に形成されていることを特徴とする圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項2】 セラミック基板と圧電／電歪駆動部とから形成されてなる圧電／電歪アクチュエータにおいて、該セラミック基板を、所定大きさの空孔部乃至は欠除部を有する第一の基板に平板状の第二の基板をグリーンシート状態で積層し、焼成することにより、該空孔部乃至は欠除部において凹所が形成されて、該凹所の底部が薄肉厚部とされてなる一体化された積層セラミック基板とすると共に、更に前記圧電／電歪駆動部を、該積層セラミック基板の前記薄肉厚部の面上に形成したことを特徴とする圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項3】 前記圧電／電歪駆動部が、膜形成によって作製されている請求項1または2記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項4】 前記セラミック基板が、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素の何れかを主成分とする材料よりなることを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項5】 前記セラミック基板が、酸化イットリウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム、酸化カルシウム及び酸化マグネシウムからなる群より選ばれた少なくとも一つの化合物にて安定化された酸化ジルコニウムを主成分とする材料よりなることを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項6】 前記セラミック基板のうち、少なくとも前記第二の基板が、酸化珪素の含有量が0.5重量%以上、5重量%以下であるセラミック材料にて形成されている請求項2乃至5の何れかに記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項7】 前記セラミック基板の面上に、二つ以上の圧電／電歪駆動部を、積層形態において若しくは並設形態において設けた請求項1乃至6の何れかに記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項8】 前記セラミック基板の板厚において、少なくとも前記薄肉厚部が50 μ m以下である請求項1乃至7の何れかに記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項9】 前記圧電／電歪駆動部の厚さが、100 μ m以下である請求項1乃至8の何れかに記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、圧電／電歪アクチュエータ、中

でも、主にインクジェットプリントヘッド、マイクロホン、発音体（スピーカー等）、各種振動子や発振子等に用いられるユニモルフ型やバイモルフ型等の、屈曲変位を発生させるタイプの圧電／電歪アクチュエータに関するものである。なお、ここで呼称されるアクチュエータとは、電気エネルギーを機械エネルギーに変換、即ち機械的な変位または応力または振動に変換する素子を意味するものである。

【0002】

10 【背景技術】近年、光学や精密加工等の分野において、サブミクロンのオーダーで光路長や位置を調整する変位制御素子が所望されるようになってきており、これに応えるものとして、強誘電体等の圧電／電歪材料に電界を加えたときに起こる逆圧電効果や電歪効果に基づくところの変位を利用した素子である圧電／電歪アクチュエータの開発が進められている。

【0003】ところで、インクジェットプリントヘッド等においては、そのような圧電／電歪アクチュエータ構造として、従来から知られているユニモルフ型やバイモルフ型が、好適に採用されている。そして、そこでは、そのようなアクチュエータを用いたプリンターの印字品質・印字速度等の向上が要求されており、これに応えるべく、かかる圧電／電歪アクチュエータの小型高密度化、低電圧駆動化、高速応答化を図るための開発が進められている。

【0004】また、それらユニモルフ型やバイモルフ型の圧電／電歪アクチュエータにおいては、大きな屈曲変位や発生力を得るために、振動板となる基板の厚さを小さくすることが重要とされるが、かかる基板の厚さを減少させると、強度が低下するという欠点があった。

【0005】

【解決課題】ここにおいて、本発明は、かかる事情を背景にして為されたものであって、その解決すべき課題とするところは、相対的に低駆動電圧で大変位が得られ、信頼性が高く、応答速度が早く、且つ発生力が大きく、また高集積化が可能で、インクジェットプリントヘッド、マイクロホン、発音体（スピーカー等）、各種振動子や発振子等に好適に用いられる、強度に優れた圧電／電歪アクチュエータを提供することにある。

40 【0006】

【解決手段】そして、本発明にあっては、上記の如き課題を解決するために、セラミック基板と圧電／電歪駆動部とから形成されてなる圧電／電歪アクチュエータにおいて、該セラミック基板に所定大きさの凹所が形成されて、該凹所の底部が薄肉厚部とされており、更に前記圧電／電歪駆動部が、該セラミック基板の前記薄肉厚部の面上に形成されていることを特徴とする圧電／電歪アクチュエータを、その要旨とするものである。

【0007】また、本発明は、セラミック基板と圧電／電歪駆動部とから形成されてなる圧電／電歪アクチュエ

3

ータにおいて、該セラミック基板を、所定大きさの空孔部乃至は欠除部を有する第一の基板に平板状の第二の基板をグリーンシートの状態で積層し、焼成することにより、該空孔部乃至は欠除部において凹所が形成されて8該凹所の底部が薄肉厚部とされてなる一体化された積層セラミック基板とすると共に、更に前記圧電／電歪駆動部を、該積層セラミック基板の前記薄肉厚部の面上に形成したことを特徴とする圧電／電歪アクチュエータをも、その要旨とするものである。

【0008】

【作用・効果】このような本発明に係る圧電／電歪アクチュエータは、セラミック基板とその薄肉厚部の面上に形成された膜状若しくは層状の圧電／電歪駆動部（第一の電極と第二の電極とそれら電極間に形成された圧電／電歪層から構成される）とからなるものであるところから、相対的に低駆動電圧にて大変位が得られ、また応答速度が速く、且つ発生力も大きく、更にはその製造プロセスに膜形成プロセスを用いることにより、同一基板面上に多数個の素子を容易に形成することが出来、かかる圧電／電歪駆動部の高集積化が可能となる特徴を有している。

【0009】また、本発明に従って、そのような圧電／電歪駆動部形成用の基板として有利に用いられる積層構造のセラミック基板は、所定大きさの空孔部乃至は欠除部を有する第一の基板と平板状の第二の基板とを、グリーンシートの状態で積層し、焼成することにより、一体化してなるものであるところから、かかるセラミック基板のアクチュエータとして使用する部位を、第一の基板の空孔部乃至は欠除部に相当する第二の基板部位とすることにより、当該部位のみを薄肉厚化することが出来、以てアクチュエータ基板の強度を低下させることなく、また隣接する圧電／電歪駆動部同士が変位時に互いに干渉することなく、アクチュエータの小型化、高集積化を容易に図ることが出来るのである。

【0010】特に、本発明にあつては、空孔部乃至は欠除部を有した第一の基板に、平板状の第二の基板（これが振動板として機能する）を貼り合わせ、アクチュエータとして必要な部分のみを薄板化し、アクチュエータ用基板全体としての強度が保持され得る構造とされているところから、一つの基板面上に多数の圧電／電歪駆動部を有するアクチュエータ構造として、機能と強度を両立させることが出来、非常に有効であり、しかも、第一の基板と第二の基板がセラミックグリーンシート或いはセラミックグリーンテープの状態で積層され、焼成により一体化されているところから、非常に信頼性の高い積層基板を有するものである。

【0011】なお、本発明に従う圧電／電歪アクチュエータにあつては、低電圧駆動が可能で、しかも大きい屈曲変位・発生力を得るために、有利には、厚さとして100 μ m以下、好ましくは50 μ m以下である圧電／電

4

歪駆動部と、厚さとして50 μ m以下、好ましくは30 μ m以下の薄肉厚部（第二の基板厚さ）を有するセラミック積層基板とから構成されることとなる。

【0012】

【具体的構成・実施例】以下に、本発明に従う圧電／電歪アクチュエータの具体的構造を示す図面を参照しつつ、本発明を、更に具体的に明らかにすることとする。なお、理解を容易にするために、各図面を通して、同様の構造乃至は機能を有するものには、同一の符号を付すものとする。

【0013】先ず、図1及び図2には、本発明に係る圧電／電歪アクチュエータにおいて好適に用いられるセラミック基板の一例が示されている。

【0014】かかる図において、セラミック基板2は、所定大きさの矩形の空孔部6を有する第一の基板4と、その一方の面に重ね合わされた平板状の第二の基板8とからなり、それら第一及び第二の基板4、8は、グリーンシートの状態で積層、一体化され、焼成されることにより、一体的な構成とされ、以て薄肉厚部8aを有すると共に、周縁部を第一の基板4にて補強された構成とされている。即ち、その一体化された基板2は、空孔部6において凹所が形成されており、またかかる凹所の底部が薄肉厚部8aとして構成されているのである。

【0015】また、図3及び図4に示されるセラミック基板10は、第一の基板として上記とは異なる形態のものを用いたものであつて、ここでは、第一の基板12には、圧電／電歪駆動部の設けられる各部位に位置して、複数の矩形形状の空孔部14が並列的に設けられている。そして、そのような第一の基板12が、第二の基板8と一体的に積層されることにより、複数の空孔部14に対応する部位に所定大きさの凹所が形成され、そして該凹所の底部が薄肉厚部8aとして構成されているのである。

【0016】さらに、図5～図7に示されるセラミック基板16は、第一の基板18として、圧電／電歪駆動部が設けられる部位に相当する部分が欠除されて、所定大きさの切除部20が設けられてなるコ字形状のものを、そのような第一の基板18に、前記と同様に、平板状の第二の基板8が一体的に積層、一体化せしめられて形成されている。それによって、セラミック基板16において、該第一の基板18の切除部20に相当する部位に薄肉厚部8aが形成されると共に、第二の基板8の底部は、その矩形形状周縁をコ字状において補強されているのである。このように、第一の基板18は、それが一体的な構造を有している限りにおいて、空孔部形態の他に、欠除された形態のものであつてもよいのである。

【0017】また、図8～図10に示されるセラミック基板38において、長方形状を為す第一の基板40は、圧電／電歪駆動部が設けられる部位に相当する部分が欠除されて、矩形の空孔部42が設けられていると共に、

この空孔部42の長手方向(図において左右方向)の両端部位に、空孔部42から所定長さに亘ってそれぞれ切り欠かれた段部44が設けられてなる構成とされている。これによって、インクジェットプリントヘッドへの適用に際し、インクジェットノズル基板を接合した場合に、インクタンクからインクを導く流路として用いることが出来るようになっていく。そして、この第一の基板40に、前記と同様に、平板状の第二の基板8が積層一体化されているのである。

【0018】これらの構造によって、アクチュエータとして必要なセラミック基板部分のみを薄肉化し、アクチュエータ用の基板全体としての強度は維持することが出来るのである。そして、このような基板構造とすることにより、1つの基板面上に多数の圧電/電歪駆動部を有するアクチュエータ構造として、機能と強度を両立させることが出来、しかもセラミックの一体焼成物であるところから、耐熱性が高く、また非常に信頼性の高い積層基板とされている。

【0019】本発明は、上記の如き構造を有する積層型のセラミック基板を用いて、目的とする圧電/電歪アクチュエータを形成したものであって、その幾つかの具体例が図11～図16に示されている。

【0020】先ず、図11に示される圧電/電歪アクチュエータは、セラミック基板22の空孔部24が設けられている部位(凹所の底部)に相当する面上、即ちセラミック基板22の薄肉厚部22a上において、第一の電極膜26、膜状若しくはシート状の圧電/電歪層28、及び第二の電極膜30が順次積層されて、多層に形成された一体構造とされている。なお、第一及び第二の電極膜26、30は、それぞれ、圧電/電歪層28の端部より延び出させられて、リード部26a、30aを形成しており、それらリード部26a、30aを通じて、それぞれの電極膜26、30に電圧印加が行なわれるようになっていく。従って、このような構造の圧電/電歪アクチュエータにおいては、その圧電/電歪層28に電界が作用せしめられると、電界誘起歪の横効果により、セラミック基板22の板面に垂直な方向の屈曲変位乃至は発生力が発現せしめられるのである。

【0021】また、図12は、セラミック基板22の薄肉厚部22aの面上に、複数の帯状電極32とそれらを接続する電極接続部34とからなる櫛形の電極膜36a及びそれと同形状の電極膜36bが図示の如き配置形態においてそれぞれ設けられると共に、更にそれらの電極膜36a、36b間に、それら電極膜36a、36bと接するように、圧電/電歪層28が形成され、一体構造とされている例を示している。そして、かかる構造の圧電/電歪アクチュエータにおいては、その圧電/電歪層28に電界が作用せしめられると、電界誘起歪の縦効果により、セラミック基板22の板面に垂直な方向の屈曲変位乃至は発生力が発現せしめられるのである。

【0022】さらに、図13は、第一の電極膜26と圧電/電歪層28と第二の電極膜30とからなる圧電/電歪駆動部の複数が、別個に、セラミック基板22上に設けられてなる例を示すものであり、膜状のアクチュエータが好適に用いられる高集積化構造を実現したものである。なお、ここで用いられている基板22は、図3に示される如き複数の空孔部が基板の底面側に設けられてなるものであり、該空孔部に相当する第二の基板部位(薄肉厚部)に各圧電/電歪駆動部が配設されているのである。

【0023】更にまた、図14は、セラミック基板22の薄肉厚部22aの一方の面上に複数の帯状電極膜32が配列され、圧電/電歪層28にて埋め込まれた状態で、圧電/電歪駆動部が形成された例であり、該圧電/電歪駆動部上には、電極層34、圧電/電歪層36、及び電極層34が順次積層一体化せしめられた構造とされている。

【0024】また、図15に示される圧電/電歪アクチュエータは、セラミック基板22において、薄肉厚部22aのみの形状が円形形状とされた例であり、該セラミック基板22の薄肉厚部22aの形状に対応して、その面上に形成される圧電/電歪層28及び帯状電極32からなる圧電/電歪駆動部も、円形形状において設けられているのである。

【0025】さらに、図16に示されるアクチュエータは、セラミック基板22の薄肉厚部22aの両面に、圧電/電歪駆動部(26、28、30)が設けられた、バイモルフ型の圧電/電歪アクチュエータの例である。

【0026】ところで、これら本発明に従う圧電/電歪アクチュエータは、具体的には、次のようにして作製されることとなる。

【0027】先ず、圧電/電歪駆動部が形成されるセラミック基板(22)に関して、それを形成する材料としては、機械的強度が大きく、後述するように、1400℃程度の熱処理が可能で、望ましくは接着剤等を用いることなく圧電/電歪駆動部と積層一体化し得る絶縁体若しくは誘電体であれば、酸化物系のセラミック材料であっても、また非酸化物系のセラミック材料であっても良いが、その中でも、少なくとも酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素のうちの何れかを主成分とした材料が、変位や発生力が大きく、応答速度も速いという優れたアクチュエータ特性を得る為に好適に採用され、特に酸化アルミニウムおよび/または酸化ジルコニウムを主成分としたセラミック材料の使用が好ましい。更に、その中でも、特に、酸化イットリウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム、酸化カルシウム及び酸化マグネシウムからなる群より選ばれた少なくとも一つの化合物で安定化された酸化ジルコニウムを主成分とする材料が、薄い基板厚さにおいても高い機械的強度が得られること、高靱性であ

ること、膜形成手法において採用される圧電／電歪材料との熱処理時の応力が小さいこと、更にその圧電／電歪材料との化学的な反応性が小さいことから、アクチュエータの基板として有利に用いられる。しかも、このような安定化された酸化ジルコニウム材料からなるセラミック基板においては、本発明に従うキャビティ構造においても、変位を大きく取り易い利点があるのである。なお、酸化ジルコニウムを安定化する為の前記化合物の添加量としては、酸化イットリウムや酸化イッテルビウムでは1モル%～30モル%、酸化セリウムでは6モル%～50モル%、酸化カルシウムや酸化マグネシウムでは5モル%～40モル%とすることが好ましいが、中でも、特に、酸化イットリウムを安定化剤として用いることが望ましく、その場合には、1. 5モル%以上6モル%以下とすることが、更に好ましくは、2モル%以上4モル%以下とすることが、望ましい。このような添加範囲で、酸化イットリウムを添加した酸化ジルコニウムは、その結晶相が部分安定化されることにより、優れた基板特性を与える。

【0028】また、そのようなセラミック基板は、有利には、所定大きさの空孔部乃至は欠除部を有する第一の基板(4, 12, 18, 40)と、振動板として機能する平板状の第二の基板(8)とを用いて、形成されることとなるが、少なくとも第二の基板材料中には、酸化珪素(SiO , SiO_2)が有利に含有せしめられる。この酸化珪素の含有量は、0.5重量%以上、5重量%以下とすることが好ましく、特に1重量%以上、3重量%以下とすることが望ましい。このような割合の酸化珪素の含有は、該第二の基板上に形成される圧電／電歪駆動部の熱処理時において、圧電／電歪材料との過剰な反応を避け、良好なアクチュエータ特性を得る上において、有効である。

【0029】さらに、本発明に従う圧電／電歪アクチュエータにおいて、その高速応答性と大きな変位を得るために、圧電／電歪駆動部が形成される第二のセラミック基板(8)の厚さ、換言すれば薄肉厚部(8a)の厚さは、一般に、50 μm 以下、好ましくは30 μm 以下、更に好ましくは15 μm 以下とすることが望ましい。一方、第一のセラミック基板(4, 12, 18)の厚さは、一般に、30 μm 以上、好ましくは50 μm 以上、更に好ましくは100 μm 以上とすることが望ましい。また、アクチュエータとして大きな変位と大きな発生力を得るために、少なくとも第二のセラミック基板については、結晶の平均粒子径が0.1～2 μm であることが好ましく、更に好ましくは1 μm 以下の平均粒子径が望ましい。

【0030】なお、このようなセラミック基板(2, 10, 16, 38)を加工・成形する方法としては、例えば、所定大きさの空孔部乃至は欠除部を有する第一の基板に、平板状の第二の基板を、グリーンシートの状態で

積層するグリーンシート積層法の他、成形型を用いる加圧成形、鋳込成形、射出成形等の各種成形法、更には超音波加工、切削・研削加工等の機械加工によって、空孔部乃至は欠除部(凹所)を形成する加工法等が挙げられるが、中でも、加工応力が残らず、薄肉厚部の板厚の精度も高い方法であるグリーンシート積層法が好ましく用いられる。このグリーンシート積層法では、好適には、両者のグリーンシートを熱圧着により積層し、その後焼成することにより、一体化せしめられることとなる。また、その一体化に際して、第一の基板と第二の基板の厚さは、必ずしも同一とする必要はないが、少なくとも焼成による収縮率が同程度になるようにしたグリーンシートを用いることが望ましい。

【0031】また、第一の基板には、圧電／電歪駆動部が形成される部位において、所定寸法にて空孔部(6, 14, 42)乃至は欠除部(20)が形成されているが、それら空孔部乃至は欠除部の形成は、予め空孔部乃至は欠除部を有するようにグリーンシートを成形する方法の他、レーザー加工や金型によるプレス機械加工、超音波加工等を用いる方法等を採用して、好適に実施されるが、中でも、金型による機械加工が、量産性、集積性に優れることから、有利に用いられる。また、これらの加工は、基板焼成後に行なうことも可能であるが、より好ましくはグリーンシート時に行なわれる。

【0032】なお、このようなセラミック基板の形状、更には第一の基板に設けられる空孔部乃至は欠除部の形状としては、例示の如き矩形形状に何等限定されるものではなく、用途に応じて如何なる形状であっても採用可能であり、例えば円形、楕円形、R型正方形、R型長方形、カプセル形、各種多角形、更にはそれらを組み合わせた複合形等の、様々な形状が採用され得るが、特に、コーナーが丸味を持つ形状、例えばR型正方形、R型長方形、カプセル形(長円形)、円形、楕円形等が好ましい。

【0033】そして、このようなセラミック基板上への圧電／電歪駆動部の形成は、以下のようにして、行なわれることとなる。

【0034】先ず、圧電／電歪材料のバルクを用いる場合には、金型を用いたプレス成形法やスラリー原料を用いたテープ成形法等によって得られた圧電／電歪材料の生成形体を、前記未焼成のセラミック積層基板の薄肉厚部面(8a)上に熱圧着によって積層し、基板と圧電／電歪駆動部を同時に焼成する方法があり、この場合には、電極は予め後述する膜形成法によって少なくとも積層基板側或いは圧電／電歪生成形体側に形成しておく必要がある。

【0035】また、上記と同様にして得られた圧電／電歪材料の生成形体を焼成し、得られた焼結体を、接着剤を介して前記焼結したセラミック積層基板の薄肉厚部面上に貼り合わせることによって形成する方法があり、この

場合も、電極は予め後述する膜形成法によって少なくとも積層基板側或いは圧電／電歪成形体側に形成しておく必要がある。なお、接着剤としては、導電性を有するものが良い。

【0036】なお、かかる圧電／電歪材料の焼成温度としては、800℃～1400℃程度が良く、好ましくは1000～1400℃の範囲の温度が有利に選択される。この場合、組成を制御するために、圧電／電歪材料の蒸発源の存在下に焼成して、雰囲気制御することが好ましい。

【0037】一方、膜形成法によって圧電／電歪駆動部を形成する場合においては、以下のようにして行なわれる。

【0038】まず、各材料からなる電極膜（26, 30）及び圧電／電歪膜（28）をセラミック基板（22）上に形成するには、公知の各種の膜形成法、例えば、スクリーン印刷の如き厚膜法やディッピング等の塗布法、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング、CVD、メッキ等の薄膜法等が適宜に採用され得るが、それらに何等限定されるものではない。なお、圧電／電歪膜（28）を形成するには、好ましくはスクリーン印刷、ディッピング、塗布等による手法が採用される。これらの手法は、圧電／電歪セラミック粒子を主成分とするペーストやスラリーを用いて、基板上に膜形成することが出来、良好なアクチュエータ特性が得られるからである。また、このようにして、圧電／電歪駆動部の形成を膜形成法によって行なうと、接着剤等を用いずにセラミック基板と一体化することが出来ることから、信頼性、再現性が優れ、更に集積化し易いこと等から、特に好ましい。また、そのような膜の形状としては、スクリーン印刷法、フォトリソグラフィ法等を用いてパターン形成する他、レーザー加工法やスライシング、超音波加工等の機械加工法を用い、不必要な部分を除去してパターン形成しても良い。

【0039】また、作製されるアクチュエータの構造や膜の形状は、何等限定されるものではなく、用途に応じて如何なる形状でも採用可能であり、例えば三角形、四角形等の多角形、円、楕円、円環等の円形、櫛状、格子状またはこれらを組み合わせた特殊形状であっても、何等差支えない。

【0040】そして、このようにしてセラミック積層基板上に形成されたそれぞれの膜（26, 28, 30）は、各膜の形成の都度、熱処理されて、基板と一体構造となるようにされても良く、また全膜を形成した後、同時に熱処理して各膜が同時に基板に一体的に結合せしめられるようにしても良い。なお、薄膜化手法により、電極膜を形成する場合には、一体化するために必ずしも熱処理を必要としないことがある。

【0041】さらに、かかる形成された膜と基板とを一体化するための熱処理温度としては、一般に800℃～

1400℃程度の温度が採用され、好ましくは1000℃～1400℃の範囲の温度が有利に選択される。また、圧電／電歪膜（28）を熱処理する場合には、高温時に圧電／電歪膜の組成が不安定とならないように、そのような圧電／電歪材料の蒸発源と共に、雰囲気制御を行ないながら、熱処理することが好ましい。

【0042】なお、上記の方法にて作製される圧電／電歪駆動部を構成する電極膜（26, 30）の材料としては、前記熱処理温度並びに焼成温度程度の高温酸化雰囲気10に耐えられる導体であれば特に限定されるものではなく、例えば金属単体であっても、合金であっても良く、また絶縁性セラミックスやガラス等の添加物と金属や合金との混合物であっても、更には導電性セラミックスであっても何等差支えない。より好ましくは、白金、パラジウム、ロジウム等の高融点貴金属類、銀-パラジウム、銀-白金、白金-パラジウム等の合金を主成分とする電極材料が好適に用いられる。

【0043】また、上記混合物において、金属や合金に添加せしめられるセラミックスとしては、前記基板材料20或いは後述する圧電／電歪材料と同様な材料を用いることが望ましく、その添加量としては、基板と同じ材料においては5～30体積%、また圧電／電歪材料と同じ材料においては5～20体積%程度が好ましい。特に、それら基板材料と圧電／電歪材料を共に上記金属や合金に混在せしめてなる混合物が、目的とする電極の形成に有利に用いられる。

【0044】なお、上記の如き電極材料は、電極が圧電／電歪材料若しくは基板材料と同時に熱処理されるか、或いは圧電／電歪材料を熱処理する環境に晒される場合に、30に、有利に用いられるものである。また、バルクを用いたアクチュエータ構造において、電極のみを単独で熱処理する場合や、膜構造を有するアクチュエータにおける第二の電極膜については、上記電極材料の他に、金、銀等の材料を使用することも可能である。

【0045】そして、このような材料を用いて形成される電極は、用途に応じて適宜の厚さとされることとなるが、図11, 13, 14, 16に示される如き、電界誘起歪の横効果を用いるタイプにおいては、一般に15μm以下、好ましくは5μm以下の厚さにおいて形成されることとなり、一方、図12, 14, 15に示される如き電界誘起歪の縦効果を用いるタイプにおいては、3μm以上が良く、好ましくは10μm以上、更に好ましくは20μm以上の厚さにおいて形成されることとなる。

【0046】また、圧電／電歪駆動部を構成する圧電／電歪材料は、圧電或いは電歪効果等の電界誘起歪を示す材料であれば、何れの材料を用いても形成され得るものであり、結晶質の材料であっても、非晶質の材料であっても良く、また半導体材料であっても、誘電体セラミックス材料や強誘電体セラミックス材料であっても、何等40差支えなく、更には分極処理が必要な材料であっても、

11

またそれが不必要な材料であっても良いのである。

【0047】尤も、本発明に用いられる圧電／電歪材料としては、好ましくはジルコン酸チタン酸鉛（PZT系）を主成分とする材料、マグネシウムニオブ酸鉛（PMN系）を主成分とする材料、ニッケルニオブ酸鉛（PNN系）を主成分とする材料、亜鉛ニオブ酸鉛を主成分とする材料、マンガンニオブ酸鉛を主成分とする材料、アンチモンスズ酸鉛を主成分とする材料、チタン酸鉛を主成分とする材料、チタン酸バリウムを主成分とする材料、更にはこれらの複合材料等が用いられる。なお、PZT系を主成分とする材料に、ランタン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン等の酸化物やそれらの他の化合物を添加物として含んだ材料、例えばPLZT系となるように、前記材料に所定の添加物を適宜に加えても何等差支えない。

【0048】そして、本発明に従う構造のアクチュエータにあつては、アクチュエータの特性の点から、圧電定数で、 $|d_{31}|$ が 50×10^{-12} [C/N]以上、若しくは $|d_{33}|$ が 100×10^{-12} [C/N]以上である材料が、中でも $|d_{31}|$ が 100×10^{-12} [C/N]以上若しくは $|d_{33}|$ が 200×10^{-12} [C/N]以上である材料が、圧電／電歪材料として有利に用いられることとなる。

【0049】なお、圧電／電歪駆動部の厚さとしては、一般に $100 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $30 \mu\text{m}$ 以下とされることが望ましい。

【0050】以上、本発明を、幾つかの実施例に基づいて、具体的に説明してきたが、本発明は、上記実施例に何等限定されて解釈されるべきものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々なる変更、修正、改良等を加え得るものであることが、理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従うセラミック基板の一例を示す底面図である。

【図2】図1におけるI-I断面図である。

10

【図3】本発明に従うセラミック基板の他の例を示す底面図である。

【図4】図3におけるI-V断面図である。

【図5】本発明に従うセラミック基板の更に異なる例において、第一及び第二の基板の一体化前の状態を示す斜視説明図である。

【図6】図5における第一及び第二の基板を一体化して形成されてなるセラミック基板を示す斜視説明図である。

【図7】図6におけるV-I-I断面図である。

【図8】本発明に従うセラミック基板の更に異なる例において、その底面を示す説明図である。

【図9】図8のI-X-I断面における第一及び第二の基板の一体化前の状態を示す断面説明図である。

【図10】図9の第一及び第二の基板を一体化した後の状態を示す断面説明図である。

【図11】本発明に係る圧電／電歪アクチュエータの一実施例を示す斜視部分説明図である。

20

【図12】本発明に係る圧電／電歪アクチュエータの異なる実施例を示す斜視部分説明図である。

【図13】本発明に係る圧電／電歪アクチュエータの更に異なる実施例を示す斜視部分説明図である。

【図14】本発明に係る圧電／電歪アクチュエータの更に異なる実施例を示す斜視部分説明図である。

【図15】本発明に係る圧電／電歪アクチュエータの更に異なる実施例を示す斜視部分説明図である。

【図16】本発明に係る圧電／電歪アクチュエータの更に異なる実施例を示す斜視部分説明図である。

【符号の説明】

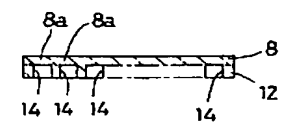
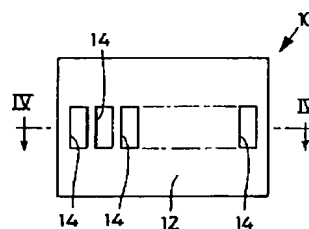
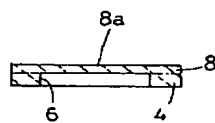
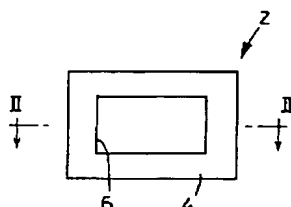
- 2, 10, 16, 22, 38 : セラミック基板
 4, 12, 18, 40 : 第一の基板
 6, 14, 42 : 空孔部 20 : 切除部
 8 : 第二の基板 26 : 第一の電極
 28 : 圧電／電歪層 30 : 第二の電極
 32 : 帯状電極膜

【図1】

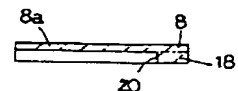
【図2】

【図3】

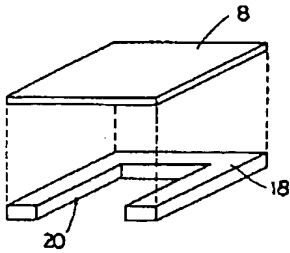
【図4】



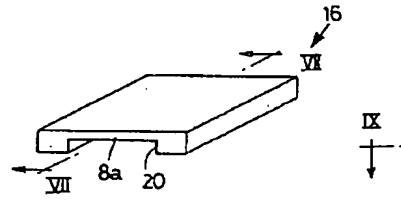
【図7】



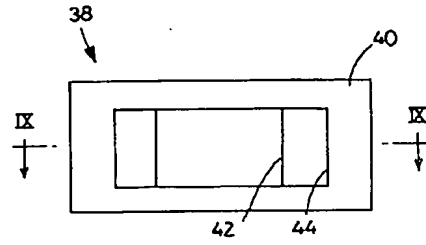
【図 5】



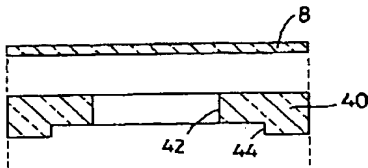
【図 6】



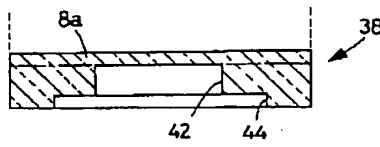
【図 8】



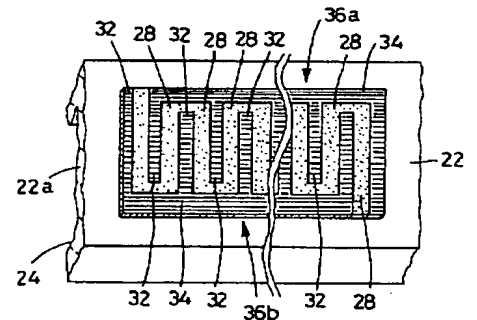
【図 9】



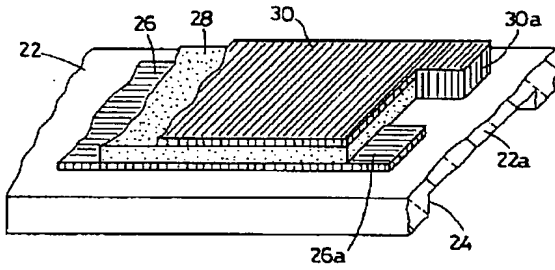
【図 10】



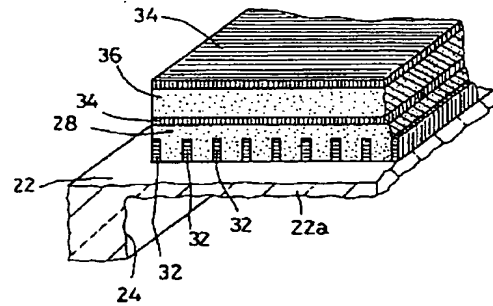
【図 12】



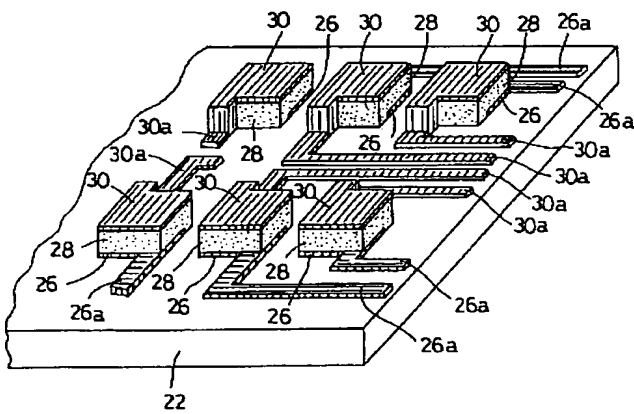
【図 11】



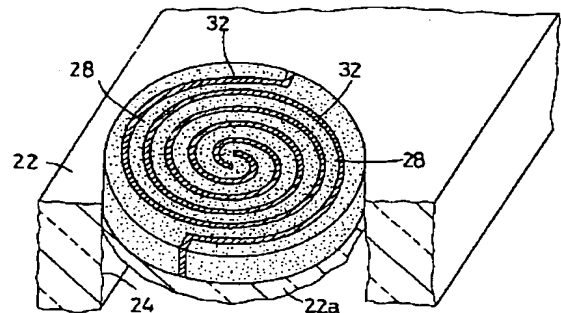
【図 14】



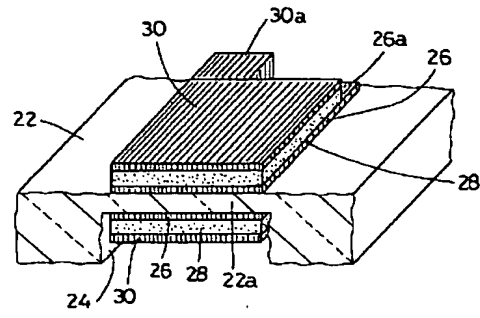
【図 13】



【図 15】



【図 1 6】



整理番号 00P00395

発送番号 132845

発送日 平成16年 4月13日 1/ 1

拒絶査定

特許出願の番号	特願2000-243928
起案日	平成16年 4月 6日
特許庁審査官	榎本 英吾 9609 2X00
発明の名称	レーザビーム出力装置
特許出願人	日本碍子株式会社
代理人	杉村 興作 (外 1名)

この出願については、平成16年 1月13日付け拒絶理由通知書に記載した理由によって、拒絶をすべきものである。

なお、意見書及び手続補正書の内容を検討したが、拒絶理由を覆すに足りる根拠が見いだせない。

備考

○請求項1, 2に係る発明について

・拒絶理由通知書に記載の引用文献3 (特開平07-306367号公報) に記載の発明では、第1電極の裏面の形状及び面積は、シート部のそれと”ほぼ”等しいと認められる (例えば【図4】参照)。

なお、形状及び面積を等しくすることは、特開平05-049270号公報に記載されている (特に【0017】段参照)。

(なお、「ほぼ等しい」との規定は、範囲が不明であり請求項1, 2に係る発明は不明瞭である。)

上記はファイルに記録されている事項と相違ないことを認証する。

認証日 平成16年 4月 8日 経済産業事務官 高渕 清士

JAPANESE

[JP,05-049270,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS CORRECTION OR AMENDMENT

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The piezo-electricity / electrostriction actuator with which the hollow of predetermined magnitude is formed in this ceramic substrate, the pars basilaris ossis occipitalis of this hollow is made into the thin thick section in the piezo-electricity / electrostriction actuator which it comes to form from a ceramic substrate, and piezo-electricity / electrostriction mechanical component, and said piezo-electricity / electrostriction mechanical component are further characterized by being formed on the field of said thin thick section of this ceramic substrate.

[Claim 2] In the piezo-electricity / electrostriction actuator which it comes to form from a ceramic substrate, and piezo-electricity / electrostriction mechanical component By carrying out the laminating of the second plate-like substrate in the state of a green sheet, and calcinating it to the first substrate which has the hole section or the removal section of predetermined magnitude for this ceramic substrate While a hollow is formed in this hole section or the removal section and the pars basilaris ossis occipitalis of this hollow considers as the unified laminating ceramic substrate which it comes to make into the thin thick section Furthermore, the piezo-electricity / electrostriction actuator characterized by forming said piezo-electricity / electrostriction mechanical component on the field of said thin thick section of this laminating ceramic substrate.

[Claim 3] The piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 1 or 2 with which said piezo-electricity / electrostriction mechanical component are produced by film formation.

[Claim 4] Claim 1 characterized by said ceramic substrate consisting of an aluminum oxide, magnesium oxide, a zirconium dioxide, alumimium nitride, and an ingredient that uses as a principal component any of silicon nitride to be thru/or piezo-electricity / electrostriction actuator given in any of 3.

[Claim 5] Piezo-electricity / electrostriction actuator given in claim 1 thru/or any of 4 they are. [which is characterized by said ceramic substrate consisting of an ingredient which uses as a principal component the zirconium dioxide stabilized with at least one compound chosen from the group which consists of an oxidization yttrium, an oxidization ytterbium, cerium oxide, a calcium oxide, and a magnesium oxide]

[Claim 6] Piezo-electricity / electrostriction actuator given in claim 2 thru/or any of 5 said second substrate is at least among said ceramic substrates. [in which the content of oxidation silicon is formed with the ceramic ingredient which are 0.5 % of the weight or more and 5 % of the weight or less]

[Claim 7] Piezo-electricity / electrostriction actuator given in claim 1 thru/or any of 6 they are. [which prepared two piezo-electricity / electrostriction mechanical components or more in the side-by-side installation gestalt on the field of said ceramic substrate in the laminating gestalt]

[Claim 8] Piezo-electricity / electrostriction actuator given in claim 1 thru/or any of 7 they are. [said whose thin thick section is 50 micrometers or less at least in the board thickness of said ceramic substrate]

[Claim 9] Piezo-electricity / electrostriction actuator given in claim 1 thru/or any of 8 they are. [whose thickness of said piezo-electricity / electrostriction mechanical component is 100 micrometers or less]

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,05-049270,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS CORRECTION OR AMENDMENT

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] crookedness [mold / the uni-morph mold with which this invention is mainly used for an ink jet print head, a microphone, the sounding body, various tremblers (loudspeaker etc.), a radiator, etc. also in piezo-electricity / electrostriction actuator, / bimorph] -- it is related with the piezo-electricity / electrostriction actuator of the type made to generate a variation rate. In addition, the actuator called here means the component which transforms electrical energy into mechanical energy at conversion, i.e., a mechanical variation rate, stress, or vibration.

[0002]

[Background of the Invention] In recent years, development of the piezo-electricity / electrostriction actuator which is a component using the variation rate based on the inverse piezoelectric effect and electrostrictive effect which happen when electric field are added to piezo-electricity / electrostriction ingredients, such as a ferroelectric, is furthered as what it asks for the displacement controlling element which adjusts the optical path length and a location to submicron order in fields, such as optics and precision processing, and responds to this.

[0003] By the way, in the ink jet print head etc., the uni-morph mold and bimorph mold which are known from the former are suitably adopted as such piezo-electricity / electrostriction actuator structure. And the improvement in the quality of printed character, printing speed, etc. of a printer which used such an actuator is demanded, and development for attaining small densification of this piezo-electricity / electrostriction actuator, formation of a low-battery drive, and high-speed response-ization is furthered there in order to respond to it.

[0004] moreover, the piezo-electricity / electrostriction actuator of these uni-morph mold or a bimorph mold -- setting -- big crookedness -- in order to acquire a variation rate and the generating force, it was made important to make thickness of the substrate used as a diaphragm small, but when the thickness of this substrate was decreased, there was a fault that reinforcement fell.

[0005]

[Problem(s) to be Solved] The place which this invention makes this situation a background, succeeds in it in here, and is made into the technical problem which should be solved About is relatively obtained very much by low driver voltage, and it is reliable, and the early and generating force has a large speed of response, and it can be integrated highly. It is in offering the piezo-electricity / electrostriction actuator excellent in reinforcement used suitable for an ink jet print head, a microphone, the sounding body, various tremblers (loudspeaker etc.), a radiator, etc.

[0006]

[Means for Solution] And if it is in this invention, in order to solve the technical problem like the above, it sets to the piezo-electricity / electrostriction actuator which it comes to form from a ceramic substrate, and piezo-electricity / electrostriction mechanical component. The hollow of predetermined magnitude is formed in this ceramic substrate, the pars basilaris ossis occipitalis of this hollow is made into the thin thick section, and said piezo-electricity / electrostriction mechanical component make the summary further the piezo-electricity / electrostriction actuator characterized by being formed on the field of said thin thick section of this ceramic substrate.

[0007] Moreover, this invention is set to the piezo-electricity / electrostriction actuator which it comes to form from a ceramic substrate, and piezo-electricity / electrostriction mechanical component. By carrying out the laminating of the second plate-like substrate in the state of a green sheet, and calcinating it to the first substrate which has the hole section or the removal section of predetermined magnitude for this ceramic substrate While considering as the unified laminating ceramic substrate which a hollow is formed in this hole section or the removal section, and comes to make the pars basilaris ossis occipitalis of 8 this hollow into the thin thick section Furthermore, also let the piezo-electricity / electrostriction actuator characterized by forming said piezo-electricity / electrostriction mechanical component on the field of said thin thick section of this laminating ceramic substrate be the summary.

[0008]

[Function and Effect] The piezo-electricity / electrostriction actuator concerning such this invention From the place which is what consists of piezo-electricity / an electrostriction mechanical component of the shape of the shape of film formed on the field of a ceramic substrate and its thin thick section, and a layer (it consists of piezo-electricity / an electrostriction layer formed in the first electrode, the second electrode, and inter-electrode [these]) By obtaining about very much in low driver voltage relatively, and a speed of response being quick, and the generating force being also large, and using a film formation process for the manufacture process further Many components can be easily formed on the same substrate side, and it has the description whose high integration of this piezo-electricity / electrostriction mechanical component is attained.

[0009] According to this invention, moreover, the ceramic substrate of a laminated structure advantageously used as such a substrate piezo-electricity / for electrostriction mechanical-component formation By carrying out the laminating of the first substrate which has the hole section or the removal section of predetermined magnitude, and the second plate-like substrate in the state of a green sheet, and calcinating them From the place which is the thing which it comes to unify, the part used as an actuator of this ceramic substrate by considering as the second substrate part equivalent to the first hole section or removal section of a substrate Miniaturization of an actuator and high integration can be attained easily, without [without it can make only the part concerned thin thick, with reduces the reinforcement of an actuator substrate, and] adjoining piezo-electricity / electrostriction mechanical components interfering mutually at the time of displacement.

[0010] If it is in this invention especially, to the first substrate with the hole section or the removal section The second plate-like substrate (this functions as a diaphragm) Lamination, As actuator structure of having many piezo-electricity / electrostriction mechanical components on one substrate side, from the place made into the structure where only a part required as an actuator is sheet-metal-ized, and the reinforcement as the whole substrate for actuators may be held A function and reinforcement can be reconciled, and it is very effective, and moreover, the laminating of the first substrate and second substrate is carried out in the state of a ceramic green sheet or a ceramic green tape, and it has a very reliable laminated circuit board from the place currently unified by baking.

[0011] In addition, if it is in the piezo-electricity / electrostriction actuator according to this invention, in order a low-battery drive is possible and to acquire large crookedness displacement / generating force moreover, 100 micrometers or less will consist of ceramic laminated circuit boards which have preferably 50 micrometers or less of thin thick sections 30 micrometers or less (second substrate thickness) as thickness advantageously as the piezo-electricity / electrostriction mechanical component which is 50 micrometers or less preferably, and thickness.

[0012]

[A concrete configuration and an example] Suppose that this invention is clarified still more concretely, referring to the drawing which shows below the concrete structure of piezo-electricity / electrostriction actuator of following this invention. In addition, in order to make an understanding easy, it shall let each drawing pass and the same sign shall be given to what has the same structure or the same function.

[0013] First, an example of the ceramic substrate suitably used for drawing 1 and drawing 2 in the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention is shown.

[0014] The first substrate 4 with which a ceramic substrate 2 has the hole section 6 of the rectangle of predetermined magnitude in this drawing, It consists of the second plate-like substrate 8 put on the field of one of these. These firsts and the second substrate 4 and 8 While being unified, considering as an one-configuration, with having thin thick section 8a a laminating and by being calcinated in the state of a green sheet, it considers as the configuration reinforced with the first substrate 4 in the periphery section. Namely, the hollow is formed in the hole section 6, and, as for the unified substrate 2, the pars basilaris ossis occipitalis of this hollow is constituted as thin thick section 8a.

[0015] Moreover, the ceramic substrate 10 shown in drawing 3 and drawing 4 is located at least in each part in which piezo-electricity / electrostriction mechanical component is prepared in the first substrate 12 here using the thing of a different gestalt from the above as the first substrate, and the hole section 14 of the shape of two or more rectangle is formed in juxtaposition. And by carrying out the laminating of such first substrate 12 to the second substrate 8 in one, the hollow of predetermined magnitude is formed in the part corresponding to two or more hole sections 14, and the pars basilaris ossis occipitalis of this hollow is constituted as thin thick section 8a.

[0016] Furthermore, the ceramic substrate 16 shown in drawing 5 - drawing 7 The part which is equivalent to the part in which piezo-electricity / electrostriction mechanical component is prepared as the first substrate 18 is removed. Using the thing of the KO character-like configuration of coming to prepare the excision section 20 of predetermined magnitude, like the above, the second plate-like substrate 8 is made to a laminating and really change in one by such first substrate 18, and is formed in it. In the ceramic substrate 16, while thin thick section 8a is formed in the part equivalent to the excision section 20 of this first substrate 18, the pars basilaris ossis occipitalis of the second substrate 8 is reinforced in the shape of a KO character by it in the rectangle-like periphery. Thus, the first substrate 18 may be the thing of the gestalt removed besides the hole section gestalt, as long as it has one-structure.

[0017] In the ceramic substrate 38 shown in drawing 8 - drawing 10 , moreover, the first substrate 40 which succeeds in the shape of a rectangle While the part equivalent to the part in which piezo-electricity / electrostriction mechanical component is prepared is removed and the rectangular hole section 42 is formed At least to the both ends of the longitudinal direction (it sets to drawing and is a longitudinal direction) of this hole section 42, predetermined die length is covered from the hole section 42, and it considers as the configuration with which it comes to prepare the step 44 which cut, respectively and was lacked. When an ink jet-nozzle substrate is joined on the occasion of application to an ink jet print head by this, it can use as passage to which ink is led from an ink tank. And the laminating unification of the second plate-like substrate 8 is carried out like [this first substrate 40] the above.

[0018] According to such structures, the thinning only of the ceramic substrate part required as an actuator can be carried out, and the reinforcement as the whole substrate for actuators can be maintained. And by considering as such substrate structure, as actuator structure of having many piezo-electricity / electrostriction mechanical components on one substrate side, a function and reinforcement can be reconciled and let thermal resistance highly be a very reliable laminated circuit board from the place which is moreover the one baking object of a ceramic.

[0019] This invention forms the piezo-electricity / electrostriction actuator made into the purpose using the ceramic substrate of the laminating mold which has the structure like the above, and some of the examples are shown in drawing 11 - drawing 16 .

[0020] First, the laminating of the piezo-electricity / electrostriction layer 28 of the shape of the first electrode layer 26, the

shape of film, and a sheet, and the second electrode layer 30 is carried out one by one on the field, i.e., thin thick section 22a of a ceramic substrate 22, equivalent to the part (pars basilaris ossis occipitalis of a hollow) in which the hole section 24 of a ceramic substrate 22 is formed, and let the piezo-electricity / electrostriction actuator shown in drawing 11 be the integral construction formed at the multilayer. In addition, it is made to begin to extend in the first and the second electrode layer 26 and 30 from the edge of piezo-electricity / electrostriction layer 28, respectively, they form the lead sections 26a and 30a, and electrical-potential-difference impression is performed to each electrode layer 26 and 30 through these lead sections 26a and 30a. therefore -- if electric field are made to act in the piezo-electricity / electrostriction actuator of such structure by its piezo-electricity / electrostriction layer 28 -- electric-field induction -- the distorted transversal effect -- crookedness of a direction perpendicular to the plate surface of a ceramic substrate 22 -- a variation rate or the generating force is made discovered

[0021] Moreover, while electrode layer 36a of Kushigata which consists of an electrode connection 34 which connects them with two or more band electrodes 32, and electrode layer 36b of the shape of it and isomorphism are prepared in the arrangement gestalt like illustration on the field of thin thick section 22a of a ceramic substrate 22, respectively, drawing 12 Furthermore, piezo-electricity / electrostriction layer 28 is formed, and the example made into integral construction is shown so that these electrode layers 36a and 36b may be touched between those electrode layer 36a and 36b. and -- if electric field are made to act in the piezo-electricity / electrostriction actuator of this structure by its piezo-electricity / electrostriction layer 28 -- electric-field induction -- the distorted longitudinal effect -- crookedness of a direction perpendicular to the plate surface of a ceramic substrate 22 -- a variation rate or the generating force is made discovered

[0022] Furthermore, the plurality of the piezo-electricity / electrostriction mechanical component which consists of the first electrode layer 26, the piezo-electricity / electrostriction layer 28, and second electrode layer 30 shows separately the example which it comes to prepare on a ceramic substrate 22, and drawing 13 realizes high integration structure where a film-like actuator is used suitably. In addition, each piezo-electricity / electrostriction mechanical component are arranged in the second substrate part (thin thick section) which it comes to prepare the hole section of **** plurality the substrate 22 used here is indicated to be to drawing 3 in the base side of a substrate, and is equivalent to this hole section.

[0023] Furthermore, two or more band electrode film 32 is arranged on one field of thin thick section 22a of a ceramic substrate 22, and drawing 14 is in the condition embedded in piezo-electricity / electrostriction layer 28, is the example in which piezo-electricity / electrostriction mechanical component was formed, and is made into the structure in which the electrode layer 34, the piezo-electricity / electrostriction layer 36, and the electrode layer 34 carry out laminating unification one by one on this piezo-electricity / electrostriction mechanical component again.

[0024] Moreover, the piezo-electricity / electrostriction actuator shown in drawing 15 are the examples by which the configuration of only thin thick section 22a was made the circular configuration in a ceramic substrate 22, and the piezo-electricity / electrostriction mechanical component which consists of the piezo-electricity / electrostriction layer 28, and the band electrode 32 which are formed on the field are also prepared in the circular configuration corresponding to the configuration of thin thick section 22a of this ceramic substrate 22.

[0025] Furthermore, the actuator shown in drawing 16 is the example of the piezo-electricity / electrostriction actuator of the bimorph mold with which piezo-electricity / electrostriction mechanical component (26, 28, 30) was prepared in both sides of thin thick section 22a of a ceramic substrate 22.

[0026] By the way, specifically, the piezo-electricity / electrostriction actuator according to these this inventions will be produced as follows.

[0027] first, as an ingredient which forms it, about the ceramic substrate (22) in which piezo-electricity / electrostriction mechanical component is formed A mechanical strength is large, and heat treatment of about 1400 degrees C is possible so that it may mention later. If it is the insulator or dielectric which can carry out laminating unification with piezo-electricity / electrostriction mechanical component, without using adhesives etc. desirably Although it may be the ceramic ingredient of an oxide system or you may be the ceramic ingredient of a non-oxide system Also in it, an aluminum oxide, magnesium oxide, a zirconium dioxide, alumimium nitride, and the ingredient that used as the principal component any of the silicon nitride to be at least A variation rate and the generating force are large and use of the ceramic ingredient which was suitably adopted in order to acquire the outstanding actuator property that a speed of response is also quick, and used especially an aluminum oxide and/or a zirconium dioxide as the principal component is desirable. Also in it, especially Furthermore, an oxidization yttrium, an oxidization ytterbium, A high mechanical strength is obtained also in substrate thickness with the thin ingredient which uses as a principal component the zirconium dioxide stabilized with at least one compound chosen from the group which consists of cerium oxide, a calcium oxide, and magnesium oxide, That it is high toughness, that the stress at the time of heat treatment with the piezo-electricity / electrostriction ingredient adopted in the film formation technique is small, and since chemical reactivity with its piezo-electricity / electrostriction ingredient is still smaller, it is advantageously used as a substrate of an actuator. And in the ceramic substrate which consists of such a stable zirconium dioxide ingredient, there is an advantage which is easy to take a large variation rate also in the cavity structure of following this invention. in addition, as an addition of said compound for stabilizing a zirconium dioxide In an oxidization yttrium or an oxidization ytterbium, one-mol % - 30-mol %, In cerium oxide, although it is desirable to consider as five-mol % - 40-mol % in six-mol % - 50-mol % and a calcium oxide, or a magnesium oxide Also in it, it is desirable to use yttrium oxide as a stabilizing agent especially, it is still more desirable to consider as less than [more than 1.5 mol %6 mol %] in that case, and it is desirable to consider as less than [more than 2 mol %4 mol %]. The zirconium dioxide which added the oxidization yttrium in such addition range gives the outstanding substrate property by carrying out partial stabilization of the crystal phase.

[0028] Moreover, although such a ceramic substrate will be formed using the first substrate (4, 12, 18, 40) which has the hole section or the removal section of predetermined magnitude, and the second plate-like substrate (8) which functions as a diaphragm, in the second substrate ingredient, oxidation silicon (SiO and SiO₂) is made to contain it advantageously at least.

As for the content of this oxidation silicon, it is desirable to consider as 0.5 % of the weight or more and 5 % of the weight or less, and it is desirable to consider especially as 1 % of the weight or more and 3 % of the weight or less. content of such oxidation silicon of a rate -- this -- a superfluous reaction with piezo-electricity / electrostriction ingredient is avoided at the time of heat treatment of the piezo-electricity / electrostriction mechanical component formed on the second substrate, a good actuator property is acquired upwards, and it is effective.

[0029] Furthermore, if it puts in another way, generally it is preferably desirable [the thickness of the thin thick section (8a) / 30 micrometers or less] in the piezo-electricity / electrostriction actuator according to this invention, in order to obtain the high-speed responsibility and a big variation rate the thickness of the second ceramic substrate (8) in which piezo-electricity / electrostriction mechanical component is formed, and to be referred to as 15 micrometers or less still more preferably 50 micrometers or less. On the other hand, generally it is preferably desirable [the thickness of the first ceramic substrate (4, 12, 18)] to be referred to as 100 micrometers or more still more preferably 50 micrometers or more 30 micrometers or more. Moreover, in order to acquire the big variation rate as an actuator, and the big generating force, at least, about the second ceramic substrate, it is desirable still more desirable that the mean particle diameter of a crystal is 0.1-2 micrometers, and the mean particle diameter of 1 micrometer or less is desirable.

[0030] in addition, as an approach of processing and fabricating such a ceramic substrate (2, 10, 16, 38) To the first substrate which has the hole section or the removal section of predetermined magnitude, for example, the second plate-like substrate Although the various fabricating methods, such as the pressing and casting using a die besides the green sheet laminated layers method which carries out a laminating in the state of a green sheet, and injection molding, the processing method which forms the hole section or the removal section (hollow) by machining of ultrasonic machining, a cutting, a grinding process, etc., etc. further are mentioned Especially, the green sheet laminated layers method whose working stress is all the approach that the precision of the board thickness of the thin thick section is also high is used preferably. It is made to unify in this green sheet laminated layers method by carrying out the laminating of both green sheet by thermocompression bonding, and calcinating it after that suitably. Moreover, on the occasion of the unification although the thickness of the first substrate and the second substrate is not necessarily the same, it is desirable to use the green sheet with which it was made for contraction by baking to become comparable at least.

[0031] Moreover, although the hole section (6, 14, 42) or the removal section (20) is formed in the first substrate with the predetermined dimension in the part in which piezo-electricity / electrostriction mechanical component is formed Although formation of these hole section or the removal section adopts the approach using press machine processing with a laser-processing metallurgy mold besides the approach of fabricating a green sheet, ultrasonic machining, etc. so that it may have the hole section or the removal section beforehand, and it is carried out suitably Especially, machining by metal mold is advantageously used from excelling in mass-production nature and accumulation nature. Moreover, although it is also possible to perform these processings after substrate baking, it is more preferably carried out at the time of a green sheet.

[0032] in addition, as a configuration of the configuration of such a ceramic substrate, the hole section further prepared in the first substrate, or the removal section Although various configurations, such as circular, an ellipse form, an R form square, an R form rectangle, a capsule form, various polygons, and a compound form that combined them further, may be adopted employable not according to the thing limited to the rectangle configuration like instantiation in any way but according to an application no matter it may be what configuration The configuration in which a corner has roundness especially, for example, an R form square, an R form rectangle, a capsule form (ellipse), circular, an ellipse form, etc. are desirable.

[0033] And formation of the piezo-electricity / electrostriction mechanical component to a such ceramic substrate top will be performed by [as being the following].

[0034] first, in using the bulk of piezo-electricity / electrostriction ingredient The generation form of the piezo-electricity / electrostriction ingredient obtained by the press-forming method using metal mold, the tape-forming method using a slurry raw material, etc. A laminating is carried out by thermocompression bonding on the thin thick aspect (8a) of the ceramic laminated circuit board which is not calcinated [said], and there is a method of calcinating a substrate, and piezo-electricity / electrostriction mechanical component to coincidence. In this case It is necessary to form an electrode in laminated-circuit-board, or piezo-electricity / electrostriction Plastic solid side at least by the film forming method mentioned later beforehand.

[0035] Moreover, there is the approach of forming by calcinating the Plastic solid of the piezo-electricity / electrostriction ingredient obtained like the above, and sticking the obtained sintered compact on the thin thick aspect of said sintered ceramic laminated circuit board through adhesives, and it is necessary to form an electrode in laminated-circuit-board, or piezo-electricity / electrostriction Plastic solid side at least by the film forming method mentioned later beforehand also in this case. In addition, as adhesives, what has conductivity is good.

[0036] In addition, as a burning temperature of this piezo-electricity / electrostriction ingredient, 800 degrees C - about 1400 degrees C are good, and the temperature of the range of 1000-1400 degrees C is chosen advantageously preferably. In this case, in order to control a presentation, it is desirable to calcinate and carry out ambient atmosphere control under existence of the evaporation source of piezo-electricity / electrostriction ingredient.

[0037] On the other hand, when forming piezo-electricity / electrostriction mechanical component by the film forming method, it is carried out by [as being the following].

[0038] First, although film methods, such as the applying methods, such as various kinds of well-known film forming methods, for example, the thick-film method like screen-stencil, and dipping, an ion beam, sputtering, vacuum deposition, ion plating, CVD, and plating, etc. may be suitably adopted in order to form the electrode layer (26 30), and the piezo-electricity / electrostriction film (28) which consists of each ingredient on a ceramic substrate (22), it is not limited to them at all. In addition, in order to form piezo-electricity / electrostriction film (28), the technique by screen-stencil, dipping, spreading, etc. is adopted preferably. It is because film formation of such technique can be carried out on a substrate using the paste and slurry which use piezo-electricity / electrostriction ceramic particle as a principal component and a good actuator property is

acquired. Moreover, if it does in this way and piezo-electricity / electrostriction mechanical component is formed by the film forming method, since it can unite with a ceramic substrate, without using adhesives etc., it is especially desirable from dependability and repeatability being excellent and being further easy to integrate etc. Moreover, pattern formation is carried out, using screen printing, the photolithography method, etc. as a configuration of such film, and also pattern formation of the unnecessary part may be removed and carried out using the machining methods, such as a laser process, and slicing, ultrasonic machining.

[0039] Moreover, even if the structure of an actuator and the membranous configuration which are produced are a special configuration which is not limited at all, and could adopt in any configurations according to the application, for example, combined circular [, such as a polygon of a triangle, a square, etc., a circle, an ellipse, and a circular ring,], a pectinate form, the shape of a grid, and these, they do not interfere at all.

[0040] And after each film (26, 28, 30) which did in this way and was formed on the ceramic laminated circuit board is heat-treated, and you may make it serve as a substrate and integral construction at every formation of each film and it forms all film, it is heat-treated to coincidence and each film may be made to be made to combine it with a substrate in one by coincidence. In addition, when forming an electrode layer by the thin film-ized technique, in order to unify, heat treatment may not necessarily be needed.

[0041] Furthermore, as heat treatment temperature for unifying this film and substrate that were formed, generally the temperature of 800 degrees C - about 1400 degrees C is adopted, and the temperature of the range of 1000 degrees C - 1400 degrees C is chosen advantageously preferably. Moreover, when heat-treating piezo-electricity / electrostriction film (28), heat-treating is desirable, performing ambient atmosphere control with the evaporation source of such a piezo-electricity / an electrostriction ingredient so that the presentation of piezo-electricity / electrostriction film may not become unstable at the time of an elevated temperature.

[0042] In addition, it is not limit especially if it is the conductor which can bear said heat treatment temperature list at the high temperature oxidation ambient atmosphere of burning temperature extent as an ingredient of the electrode layer (26 30) which constitutes the piezo-electricity / electrostriction mechanical component produce by the above-mentioned approach, and even if it may be [or] a metal simple substance, you may be an alloy, and it is the mixture of additives, such as insulating ceramics and glass, and a metal and an alloy, and it is the conductive ceramics further, it does not interfere at all. The electrode material which uses alloys, such as high-melting noble-metals [, such as platinum, palladium, and a rhodium,], silver-palladium, silver-platinum, and platinum-palladium, as a principal component is used suitably more preferably.

[0043] Moreover, it is desirable to use said substrate ingredient or the piezo-electricity / electrostriction ingredient mentioned later, and the same ingredient as ceramics you are made to add by a metal and the alloy, and 5 - 20 volume % extent is desirable in the above-mentioned mixture, as the addition in the same ingredient as five to 30 volume %, and piezo-electricity / electrostriction ingredient in the same ingredient as a substrate. It is used in favor of formation of the electrode with which the mixture which makes the above-mentioned metal and an alloy come to be intermingled targets especially both these substrates ingredients, and piezo-electricity / electrostriction ingredients.

[0044] In addition, the electrode material like the above is advantageously used, when exposed to the environment which an electrode is heat-treated by piezo-electricity / electrostriction ingredient or a substrate ingredient, and coincidence, or heat-treats piezo-electricity / electrostriction ingredient. Moreover, in the actuator structure using bulk, it is also possible to use ingredients other than the above-mentioned electrode material, such as gold and silver, about the second electrode layer in the case where only an electrode is heat-treated independently, and the actuator which has membrane structure.

[0045] And although the electrode formed using such an ingredient will be made into proper thickness according to an application In the type using the transversal effect of drawing 11 , **** shown in 13, 14, and 16, and electric-field induction distortion In the type using the longitudinal effect of ***** induction distortion which will be preferably formed in the thickness of 5 micrometers or less, and is generally shown in drawing 12 , and 14 and 15 on the other hand 15 micrometers or less 3 micrometers or more 10 micrometers or more will be formed [in / it is good and / the thickness of 20 micrometers or more] still more preferably preferably.

[0046] Moreover, the piezo-electricity / electrostriction ingredient which constitutes piezo-electricity / electrostriction mechanical component If it is the ingredient in which the electric-field induction distortion of piezo-electricity or an electrostrictive effect is shown, even if it may be formed even if it uses which ingredient and is the ingredient of a crystalline substance Even if you may be an amorphous ingredient, and it is a semiconductor material and is a dielectric ceramic ingredient and a ferroelectric ceramic ingredient, it may not interfere at all, and may be the ingredient which still needs polarization processing, or it may be an unnecessary ingredient.

[0047] but as the piezo-electricity / an electrostriction ingredient used for this invention The ingredient which uses PZT (PZT system) as a principal component preferably, The ingredient which uses magnesium niobic acid lead (PMN system) as a principal component, the ingredient which uses nickel niobic acid lead (PNN system) as a principal component, The ingredient which uses zinc niobic acid lead as a principal component, the ingredient which uses manganese niobic acid lead as a principal component, the ingredient which uses antimony stannic-acid lead as a principal component, the ingredient which uses lead titanate as a principal component, the ingredients which use barium titanate as a principal component, such composite material, etc. are used. In addition, even if it adds a predetermined additive to said ingredient suitably so that it may become the ingredient which contained oxides, such as a lanthanum, barium, niobium, zinc, nickel, and manganese, and other compounds of them in the ingredient which uses a PZT system as a principal component as an additive, for example, a PLZT system, it does not interfere at all.

[0048] And if it is in the actuator of the structure of following this invention |d31| is 50×10^{-12} at the point of the property of an actuator to a piezoelectric constant. More than [C/N] Or |d33| is 100×10^{-12} . For the ingredient which is more than [C/N], |d31| is 100×10^{-12} especially. More than [C/N] or |d33| is 200×10^{-12} . The ingredient which is more than [C/N] will be

advantageously used as piezo-electricity / an electrostriction ingredient.

[0049] In addition, generally as thickness of piezo-electricity / electrostriction mechanical component, it is preferably desirable 50 micrometers or less to be referred to as 30 micrometers or less still more preferably 100 micrometers or less.

[0050] As mentioned above, although this invention has been concretely explained based on some examples, unless this invention should be limited to the above-mentioned example in any way, it should not be interpreted and it deviates from the range of this invention, based on this contractor's knowledge, it should be understood that it is what can add modification which becomes various, correction, amelioration, etc.

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,05-049270,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS CORRECTION OR AMENDMENT

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the bottom view showing an example of a ceramic substrate according to this invention.

[Drawing 2] It is an II-II sectional view in drawing 1.

[Drawing 3] It is the bottom view showing other examples of the ceramic substrate according to this invention.

[Drawing 4] It is an IV-IV sectional view in drawing 3.

[Drawing 5] In the example from which the ceramic substrate according to this invention differs further, it is the strabism explanatory view showing the condition before unification of the first and the second substrate.

[Drawing 6] It is the strabism explanatory view showing the ceramic substrate which it comes to form by unifying the first and the second substrate in drawing 5.

[Drawing 7] It is a VII-VII sectional view in drawing 6.

[Drawing 8] In the example from which the ceramic substrate according to this invention differs further, it is the explanatory view showing the base.

[Drawing 9] It is the cross-section explanatory view showing the condition before unification of the first in the IX-IX cross section of drawing 8, and the second substrate.

[Drawing 10] It is the cross-section explanatory view showing the condition after unifying the first of drawing 9, and the second substrate.

[Drawing 11] It is the strabism partial explanatory view showing one example of the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention.

[Drawing 12] It is the strabism partial explanatory view showing the example from which the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention differ.

[Drawing 13] It is the strabism partial explanatory view showing the example from which the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention differ further.

[Drawing 14] It is the strabism partial explanatory view showing the example from which the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention differ further.

[Drawing 15] It is the strabism partial explanatory view showing the example from which the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention differ further.

[Drawing 16] It is the strabism partial explanatory view showing the example from which the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention differ further.

[Description of Notations]

2, 10, 16, 22, 38: Ceramic substrate

4, 12, 18, 40: The first substrate

6, 14, 42: Hole section 20: Excision section

8: The second substrate 26: The first electrode

28: Piezo-electricity / electrostriction layer 30: The second electrode

32: Band electrode film

[Translation done.]